

На правах рукописи

**Емельянова Анна Андреевна**

**ФЛОРА ВОДОРосЛЕЙ-МАКРОФИТОВ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ  
ОХОТСКОГО МОРЕЯ, ЮГА КАМЧАТКИ И  
СЕВЕРНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ**

03. 00. 05 - ботаника

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук



Владивосток  
2006

Работа выполнена в лаборатории альгологии Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН

Научный руководитель: доктор географических наук,  
доцент  
Березовская Валентина Андреевна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,  
профессор  
Азбукина Зинаида Максимовна

кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
Гусарова Изабелла Семеновна

Ведущая организация: ФГУП «Тихоокеанский научно-исследовательский  
рыбохозяйственный центр» Федерального агентства  
по рыболовству МСХ РФ

Защита состоится 14 марта 2006 года, в 13.00 часов на заседании диссертационного  
совета Д 005.003.02 при Биолого-почвенном институте ДВО РАН по адресу: 690022,  
г. Владивосток, проспект 100-лет Владивостоку, 159.  
Факс (4232) 310-193

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ДВО РАН

Автореферат разослан 13 февраля 2006 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000234170

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор биологических наук

Баркалов В.Ю.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Водоросли-макрофиты являются важнейшим компонентом прибрежных морских экосистем. Их обильное развитие обеспечивает высокую продуктивность, биологическое разнообразие и нормальное экологическое состояние морской биоты и вызывает интерес к их всестороннему изучению. Особенно насущной является необходимость изучения флоры и растительности районов, которые по разным причинам до сих пор остаются наименее обследованными. К числу таких слабо изученных во флористическом отношении, но важных с точки зрения охраны окружающей среды и использования растительных ресурсов шельфа районов российского Дальнего Востока, относятся северные участки Охотского моря и, особенно, его восточный, западнокамчатский берег. Последний район является одним из наиболее продуктивных участков Мирового океана. На его шельфе сосредоточены месторождения углеводородного сырья, и в настоящее время решается вопрос об их освоении. Это позволяет рассматривать западную Камчатку и прилежащие к нему регионы как район конфликтного природопользования, требующий повышенного внимания к состоянию природной среды и охране его биоразнообразия.

Последние альгологические исследования, направленные на выяснение видового состава водорослей у западной Камчатки, были проведены около полувека назад (Зинова, 1954а, 1954в; Возжинская, 1965, 1966а, 1966б, 1967; Блинова, 1968а, 1968б, 1969, 1977; и др.) и дали далеко не полное представление об альгофлоре района. Недостаточно изучен видовой состав альгофлоры юго-восточной оконечности Камчатки и северных Курильских островов Шумшу и Парамушир, хотя в альгологическом отношении они интересны тем, что находятся на стыке различных водных масс: тихоокеанской, поступающей из Берингова моря и открытой части Тихого океана, охотоморской и Курильской. Уже это предполагает существование здесь сложного альгофлористического комплекса.

Еще одной интересной особенностью обсуждаемого района является наличие факторов среды, определяющих географическую изоляцию популяций водорослей и препятствующих миграциям видов. Благодаря резкой смене условий обитания, обусловленной, главным образом, широтными и меридиональными изменениями температурного режима, ледовой обстановки и высоты приливов, условия обитания в районе характеризуются чрезвычайной пестротой. Сочетание факторов, сдерживающих и направляющих расселение водорослей в районе с высоким градиентом изменения условий среды обитания, является прекрасной предпосылкой для изучения закономерностей формирования ареалов водорослей, пространственной изменчивости их ценотических роли. Такие районы как нельзя лучше подходят для изучения структуры биологического разнообразия флористических комплексов и пределов их устойчивости в изменяющихся условиях среды.

**Цели и задачи исследования.** Целью работы являлось изучение видового состава, особенностей формирования и устойчивости биологического разнообразия морских бентосных флор в районе побережья с высоким градиентом изменения среды обитания.

Для достижения цели было необходимо решить следующие задачи:

- провести альгологические исследования на разных участках побережья изучаемого района, дать сравнительную оценку условий обитания водорослей и определить границы флористических участков.

- на основе критического анализа литературных данных провести инвентаризацию флоры северной части Охотского моря, южной Камчатки и северных Курильских островов и дополнить материалы ревизии результатами собственной обработки сборов водорослей с разных участков побережья;

- определять ценоотическую роль видов в формировании растительности отдельных участков побережья и ее пространственные изменения, выявить особенности сложения альгофлор этих участков по пропорциям видов с разной степенью встречаемости;

- определить видовые и родовые ареалы водорослей и закономерности пространственного изменения структуры биоразнообразия альгофлор разных участков побережья по фитогеографическому составу;

- выявить принципы сложения флористических комплексов, закономерности их последовательной смены в районах с высоким градиентом изменения среды обитания и уровень стабильности структуры их биоразнообразия по изученным признакам.

**Научная новизна работы.** В ходе исследования был значительно дополнен видовой состав разных участков побережья северо-западной Пацифики и уточнено распространение здесь 69 видов: 19 видов оказались новыми для северной части Охотского моря, 15 видов – для всего района исследования, 4 вида – для российского Дальнего Востока, 2 – для всего азиатского побережья; более 100 ранее указывавшихся здесь видов были исключены из общего регионального списка бентосной флоры. Впервые в альгологической практике проанализированы пространственные изменения ценоотической роли видов и показано, что даже при значительных пространственных изменениях состава и структуры флоры соотношения в ней групп видов с разной степенью встречаемости остаются постоянными. Показано также, что при всех количественных и качественных пространственных изменениях альгофлор их зонально-географический состав не претерпевает существенных изменений. Проведенные исследования существенно расширяют представления о механизмах формирования альгофлор и стабильности структуры их биоразнообразия.

**Практическая значимость работы.** Учитывая то, что район исследования охватывает особо охраняемую акваторию южно-камчатского заказника и акваторию, планируемую под разработку шельфовых месторождений нефти и газа, результаты работы могут быть использованы при разработке рекомендаций по охране редких видов водорослей, ведения биологического мониторинга на фитоценоотическом уровне. По изменению структуры биологического разнообразия альгофлор можно судить о глубине их антропогенной деградации. Данные исследования могут также использоваться для составления атласов, определителей, других учебных пособий.

**Апробация работы.** Основные результаты исследований докладывались на XI съезде русского ботанического общества (Новосибирск, Барнаул, 2003), на V научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 2004); на региональной научно-практической конференции «Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения» (Петропавловск-Камчатский, 2004); на международной научно-практической конференции «Рыбохозяйственное образование Камчатки в XXI веке» (Петропавловск-Камчатский, 2004); на заседаниях Камчатского отделения Русского ботанического общества (КО РБО) (2004), на II научной сессии КО РБО (2004), на заседании Приморского отделения Русского

ботанического общества (Владивосток, 2005), а также заслушивались на семинарах лаборатории альгологии Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН.

**Публикации.** Материалы диссертации представлены в 7 публикациях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов и списка литературы, включающего 181 источник, из которых 73 - иностранные. Работа изложена на 177 страницах, включает 32 рисунка и 19 таблиц.

**Благодарность.** Выражаю искреннюю признательность моему научному руководителю д.г.н. В. А. Березовской за помощь в работе на всех ее этапах, а также коллективу лаборатории альгологии КФ ТИГ ДВО РАН за предоставленные гербарные материалы. Благодарю д.б.н. Н. Г. Клочкову за совместные экспедиционные исследования, консультации по сбору и таксономической обработке водорослей, критические замечания к работе. Благодарю профессора Г.Х. Кима (Республика Корея, Национальный университет г. Конджу), в лаборатории которого были выполнены микрофотографии, иллюстрирующие строение видов, новых для российского Дальнего Востока.

## ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В главе кратко описана история изучения разных районов северо-западной Пацифики, которая началась еще с XVIII века. Упомянуты работы Н.Г. Клочковой и Е.В. Винниковой (1995), В.С. Огородникова (1994, 1997), О.Г. Кусакина (1989) и других исследователей, в которых подробно описаны итоги работы в разных районах побережья разных исследователей, начиная с экспедиций В. Беринга (1733-1743), И.Ф. Крузенштерна (1805), И.Г. Вознесенского (1839-1849) и заканчивая экспедициями последних лет.

На основании анализа литературных данных подготовлен обзор состояния изученности альгофлор юга восточной и западной Камчатки, северных Курильских островов и северных районов материкового берега Охотского моря. Для этой работы привлекались материалы первой ревизии альгофлоры Берингова моря, юго-восточной Камчатки и Командорских островов (Klochkova, 1998). Анализ литературных источников, содержащих любые упоминания о водорослях-макрофитах изучаемых районов, позволил определить вклад разных исследователей в инвентаризацию их альгофлор. Из данных таблицы 1 видно, что в изучение видового состава макрофитов юга восточной Камчатки наибольший вклад внесли Е.И. Блинова, И.С. Гусарова, Н.Г. Клочкова, О.Н. Селиванова. Видовой состав водорослей о. Парамушир был установлен М. Нагаи, А.Д. Зиновой и Л.П. Перестенко, И.С. Гусаровой, Н.Г. Клочковой и Т.Н. Королевой. В изучение флоры западной Камчатки самый значительный вклад внесли В.Б. Возжинская, Е.И. Блинова, а северо-западного побережья Охотского моря – Е.С. Зинова, В.Б. Возжинская, Е.И. Блинова, М.В. Суховеева. При этом в таблицу 1 включены только те публикации, в которых в качестве новых для альгофлор отдельных участков указано не менее 5 видов.

Критический анализ литературных данных показал, что до начала наших исследований в изучаемом районе указывалось более 300 видов, из которых валидными являются 247. Видовой состав альгофлор разных районов оказался весьма различным в количественном отношении, что отчасти является отражением его неполной изученности.

Таблица 1.

Количество видов водорослей-макрофитов, указанных разными авторами в качестве новых для разных участков\* побережья северо-западной Пацифики

Авторы публикаций	Участок побережья						
	1	2	3	4	5	6	7
Е.С. Зинова, 1930, 1954а, 1954в	2		14	2	1	1	47
М. Nagai, 1940, 1941		6					
В.Б. Возжинская, 1965, 1966а, 1966б, 1967			8	29		16	24
Е.И. Блинова, 1968а, 1968б, 1969, 1977				3	47	39	10
В.Б. Возжинская, Н.М. Сливская (Вишневская), 1968						8	6
В.Б. Возжинская, Е.И. Блинова, 1970; 1974			24	34	4	3	
Е.И. Блинова, И.С. Гусарова, 1971	24						
К.Л. Виноградова, 1974, 1979	1	3	3	1			2
А.Д. Зинова, Л.П. Перестенко, 1974, 1985		2					
Л.П. Перестенко, 1975, 1982, 1983, 1994	4	2	3	5	4	6	4
М.В. Суховеева, 1975, 1976						16	12
И.С. Гусарова, Б.И. Семкин, 1986	2	15					
Н.Г. Клочкова, 1993, 1998	8	15					
Н.Г. Клочкова, В.А. Березовская, 1997	97		6	10	4		
Н.Г. Клочкова, Т.Н. Королева, 2003		31					
О.Н. Селиванова, 2002	10						

\*Примечание. Границы участков приведены далее, на рисунке 1.

Наименее обследованным в альгологическом отношении районом побережья, как это видно из таблицы 1, являлся участок 3, расположенный у западной Камчатки. Слабая изученность макрофитобентоса этого района явилась стимулом для проведения здесь альгофлористических исследований.

## ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Район нашего исследования охватывает юг восточного побережья полуострова Камчатка, северные Курильские острова Парамушир и Шумшу, север Охотского моря: западную Камчатку и материковое побережье до Тауйской губы (59° с.ш.) включительно. В климатическом и гидрологическом отношениях он исключительно разнообразен, и едва ли на сопоставимой по площади акватории российского Дальнего Востока найдется район с такими же резко выраженными широтными и меридиональными изменениями температурного режима, ледовой обстановки, солености, высоты приливов и отливов и других факторов среды, оказывающих огромное влияние на развитие водорослей. Следует также отметить, что в районе исследования удивительным образом сочетаются факторы, с одной стороны способствующие миграции водорослей (сложная система течений и смешение различных по происхождению водных масс), а с другой - обеспечивающие естественную изоляцию популяций водорослей и сдерживающие распространение видов (островное положение некоторых участков побережья, наличие на больших площадях дна песчаных грунтов, резкое падение среднегодовых температур). Такое разнообразие условий обитания обуславливает резкое изменение вдоль побережья района исследования состава и ценотической структуры макрофитобентоса.

### ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материал для исследования собирался автором у восточной и западной Камчатки в 1993, 1995 и 2004 годах. Самый большой по объему материал был собран в районе о. Птичий и у участка берега, примыкающего к поселку Усть-Хайрюзово (57<sup>0</sup> с. ш.) Дополнительно использовались коллекции водорослей лаборатории альгологии КФ ТИГ ДВО РАН, собранные разными исследователями в разные, с 1987 по 2003 годы на юге восточной Камчатки, в бухтах Березовая, Листвиничная и у о. Уташуд; у западной Камчатки и северных Курильских островов Парамушир и Шумшу. Для изучения флоры северных районов материкового побережья Охотского моря привлекались материалы формалинной коллекции, собранной у о. Завьялова. Места сбора обработанного материала в диссертационной работе показаны на карте-схеме.

Гербаризация растений проводилась по стандартной методике. Водоросли с нежными слизистыми слоевищами (ульвовые, антитамниевые, делессериевые, некоторые хордариевые) помещали в 4%-ый раствор формалина в морской воде. Изучение анатомии образцов вели с помощью микроскопов Olympus IX-70 и Olympus BX-50. Продольные и поперечные срезы, давленные и тотальные препараты заключали в водно-глицериновую смесь (1:1) или в желатин-глицерин. Часть видов определяли в лаборатории альгологии национального университета г. Конджу (Южная Корея). Там же были сделаны микрофотографии их анатомо-морфологического строения.

Таксономическую принадлежность водорослей определяли с помощью определителей дальневосточных водорослей и монографических работ К.Л. Виноградовой (1974, 1979), Л.П. Перестенко (1980, 1994), Ю.Е. Петрова (1972, 1974), Н.Г. Клочковой (1993, 1996). Широко использовали работы зарубежных альгологов, посвященные изучению флор Северной Америки и Японии (Abbott, Hollenberg, 1976; Yoshida, 1999, и др.), обзоры по систематике отдельных таксонов водорослей (Wynne, 1975, 1985, 1987; Wynne, Heine, 1992; Masuda, 1982; Lindstrom, Gabrielson, 1989; Hawkes, Scagel, 1986, и др.).

Для анализа пространственного изменения ценотической роли видов и фитогеографической структуры альгофлоры была составлена электронная база данных с указанием типов ареалов видов и сведений о частоте их встречаемости. Для анализа базы данных использовалась оригинальная компьютерная программа, разработанная при нашем участии инженером-программистом Д.В. Емельяновым.

### ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕВИЗИИ ФЛОРЫ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

В главе приведен общий список видов всего района исследования, представляющий собой совокупность списков семи выделенных в его пределах флористических участков. Выделенные участки достаточно обособлены во флористическом отношении (рис.1), с достаточно однообразными гидрологическими условиями, значительно изменяющимися от участка к участку.

Перечень видов представлен в виде таблицы, небольшой фрагмент которой мы приводим ниже в таблице 2. Из таблицы видно, что информация о нахождении вида в любом из участков побережья сопровождается ссылкой на работу, содержащую первое упоминание вида для флоры данного участка. Ссылки даны в сокращенном виде и представляют собой первые буквы имени и фамилии авторов цитируемых

публикаций. Нижний индекс у этих букв условно показывает год выхода данной работы.

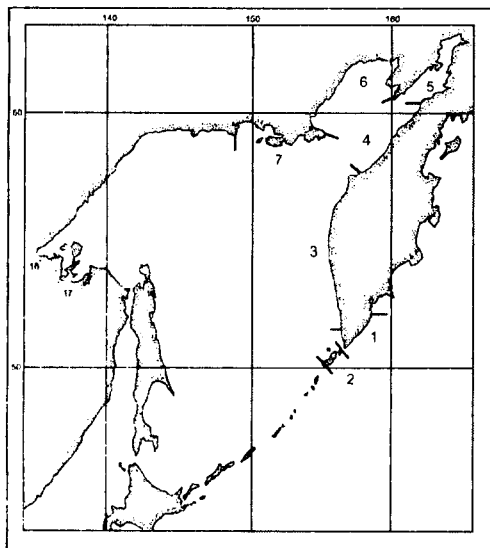


Рис. 1. Карта-схема деления района исследования на 7 участков побережья:

1. м. Безымянный – м. Камбаль-  
ный;
2. о-ва Парамушир и Шумшу;
3. м. Камбальный – м. Амбон;
4. м. Амбон – б. Квачина;
5. б. Квачина – м. Баджедомова;
6. м. Баджедомова – м. Тайганос;
7. м. Тайганос – м. Толстый;

Номенклатура и систематическое положение видов с течением времени подвергаются изменениям. В диссертации приведены их современные названия. При критическом анализе работ предыдущих исследователей, где виды часто даны под старыми названиями, мы руководствовались общепринятыми представлениями о синонимии современных видов и широко использовали результаты ревизий разных групп водорослей, выполненных разными авторами, изучавшими флору российского Дальнего Востока и соседних регионов.

Общий список видов района исследования, составленный по результатам критической обработки данных разных авторов, достигает 247 наименований. Результаты проведенной нами флористической ревизии дополнены списком синонимов, который позволяет разобраться, под каким родовым и видовым названием тот или иной вид был опубликован впервые. Цитирование синонимов в нем производится следующим образом: вслед за старым названием вида приводится фамилия автора, год опубликования работы, указывается страница, на которой в данной работе приводится первое для района исследования упоминание вида, и далее в скобках указываются участки побережья, где этот вид был обнаружен. Затем после знака «→» пишется современное название вида с описавшими его авторами. Эти названия соответствуют таковым в таблице 2. В списке синонимов виды в пределах отделов *Chlorophyta*, *Phaeophyta* и *Rhodophyta* расположены в алфавитном порядке. Следующий фрагмент этого списка, включающий синонимы пяти видов зеленых водорослей, дает представление о его оформлении:



Таблица 2.

Видовой состав флоры водорослей-макрофитов района исследования

Вид	Участки побережья						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Отдел CHLOROPHYTA</b>							
<b>Класс Siphonophyceae</b>							
<b>Порядок Siphonales Wille</b>							
<b>Семейство Codiaceae (Trevis.) Zanard.</b>							
<i>Codium ritteri</i> S. et G.		Г,С <sub>86</sub>					
<b>Порядок Siphonocladales (Blackm. et Tansl.) Oltm.</b>							
<b>Семейство Cladophoraceae (Hass.) Cohn.</b>							
<i>Chaetomorpha linum</i> (Müll.) Kütz.	КВ <sub>79</sub>	К,К <sub>03</sub>		К,Б <sub>97</sub>			ИК <sub>75</sub>
<i>Chaetomorpha melagonium</i> (Web. et Mohr.) Kütz.	ПУ <sub>53</sub>	К,К <sub>03</sub>	ВБ <sub>02</sub>				
<i>Cladophora speciosa</i> Sakai	К,Б <sub>97</sub>						
<i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillw.) Kütz.	К,Б <sub>97</sub>			К,Б <sub>97</sub>			КВ <sub>79</sub>
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillw.) Kütz.	К,Б <sub>97</sub>	На <sub>40</sub>	К,Б <sub>97</sub>	В,Б <sub>70</sub>	ЕБ <sub>68a</sub>	ЕБ <sub>68a</sub>	ЕЗ <sub>54a</sub>
<hr/>							
<i>Pterosiphonia pinnata</i> (Roth) Falkenb.	К,Б <sub>97</sub>	НК <sub>98</sub>					
<i>Rhodomela tenuissima</i> (Rupr.) Kjellm.	ЛП <sub>94</sub>	З,П <sub>74</sub>	АЕ	В,Б <sub>70</sub>	ЛП <sub>94</sub>	МС <sub>76</sub>	ЕЗ <sub>54a</sub>
<i>Rhodomela sibirica</i> A. Zin. et Vinogr.							ЛП <sub>94</sub>

Указатель используемых в таблице символов:

АЕ – данные наших исследований  
 В,Б – В.Б. Возжинская, Е.И. Блинова, 1970  
 ВБ – В.А. Березовская, 2002  
 Г,С – И.С. Гусарова, Б.И. Семкин, 1986  
 ЕБ – Е.И. Блинова, 1968a  
 ЕЗ – Е.С. Зинова, 1954  
 ИК – И.А. Кашин, 1975

К,Б – Н.Г. Клочкова, В.А. Березовская, 1997  
 КВ – К.Л. Виноградова, 1979  
 К,К – Н.Г. Клочкова, Т.Н. Королева, 2003  
 ЛП – Л.П. Перестенко, 1994  
 МС – М.В. Суховеева, 1976  
 НК – Н.Г. Клочкова, 1998  
 На – M. Nagai, 1940

*Acrosiphonia mertensii*: Гусарова и др., 1993, с. 146, (2) = *Acrosiphonia duriuscula* (Rupr.) Yendo

*Blidingia groenlandica* Kjellm.: Кусакин и др., 1974, с. 32, (2) = *Capsosiphon groenlandicus* (J.Ag.) Vinogr.

*Chaetomorpha cannabina*: Зинова, 1954а, с. 269, 270, (7), цит. по Виноградова, 1979; Гусарова, Семкин, 1986, с. 784, (1) = *Rhizoclonium tortuosum* (Dillw.) Kütz.

*Chaetomorpha ligustica* (Kütz.) Kütz.: Клочкова, Березовская, 1997, с. 145, (3); Селиванова, 2002, с. 105, (1) = *Rhizoclonium tortuosum* (Dillw.) Kütz.

*Chaetomorpha linum* (Müll.) Kütz.: Зинова, 1954а, с. 269, (7) = *Rhizoclonium tortuosum* (Dillw.) Kütz., цит. по Виноградова, 1979.

Общий список устаревших названий видов включает 173 наименования. В нем приведены синонимы не только из работ, содержащих первые упоминания видов для каждого из участков, но и из вышедших позднее работ, в которых валидные виды упоминаются под теми же или другими устаревшими названиями.

Основываясь на современных представлениях о распространении родов и видов водорослей в Мировом океане, а также представлениях о систематике водорослей, мы в ходе ревизии флористических данных из научной литературы пришли к выводу, что часть таксонов в ранее опубликованных работах была определена их авторами неправильно. Провести повторное изучение обработанных ими материалов не представлялось возможным. Поэтому виды, вызвавшие серьезное сомнение в правильности их определения в нашей работе включены в особый список, который завершает ревизию флоры, представленную в главе 4. В нем в хронологическом порядке приводятся все публикации, содержащие упоминания о таких видах, и после цитирования работы дается перечень сомнительных видов с указанием их принадлежности к определенному отделу.

Таким образом, материалы ревизии дают представление о видовом составе флоры северной части Охотского моря, южной Камчатки и северных Курильских островов. Литературные данные дополнены результатами собственных флористических исследований. Список валидных видов, их синонимов и список сомнительных видов включают всю имеющуюся в альгологических и гидробиологических публикациях информацию о водорослях района исследования и распространении видов у разных участков побережья.

Общий список валидных видов с учетом нашего вклада в изучение видового состава водорослей-макрофитов района исследования включает 262 вида. В ходе проведенных исследований было уточнено распространение 69 видов водорослей. 15 видов общего списка оказались новыми для всего района исследования, из них 4 вида – новые для флоры российского Дальнего Востока, 2 – для всего азиатского побережья.

## ГЛАВА 5. ДОПОЛНЕНИЯ К СПИСКАМ ВОДОРосЛЕЙ-МАКРО- ФИТОВ ИЗУЧАЕМЫХ РАЙОНОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ПАЦИФИКИ

В главе дается краткое описание 71 вида, обнаруженного в обработанных нами материалах и являющегося новым для каких-либо участков побережья или в целом для района исследования. В ряде случаев эти находки позволяют изменить

представления об ареалах водорослей и, следовательно, иначе взглянуть на их фитогеографическую принадлежность.

В описании к каждому виду указаны характерные черты его анатомо-морфологической организации, состояние зрелости, места нахождения, условия обитания, сведения по экологии. Для 51 вида приведены фотографии или рисунки некоторых собранных образцов в местах их обитания или фотографии гербарных образцов из обработанных нами коллекций, в некоторых случаях микрофотографии анатомического строения. Описание эктокарповых водорослей сопровождается рисунками их строения. Изучению представителей этой группы водорослей было уделено особое внимание, поскольку среди макрофитов дальневосточных морей эта группа относится к наименее изученной.

Изучение работ американских, японских и корейских исследователей (Setchell, Gardner, 1925; Dawson, 1961; Abbott, Hollenberg, 1976; Lindstrom, 1977; Noda, 1973, 1974 и др.; Yoshida et al. 1985a, 1985b, 1990; Yoshida, 1999; и др.) показало, что тихоокеанская флора эктокарповых водорослей в Северном полушарии представлена комплексом близкородственных родов, количество которых составляет не менее 16, включающих около 200 видов. Самыми распространенными среди них являются роды *Ectocarpus*, *Pylaiella*, *Myrionema*, *Streblonema* (Емельянова, 2004в). Районами с наиболее богатой и разнообразной флорой эктокарповых в северной части Тихого океана являются Северная Америка и Японские острова. На российском Дальнем Востоке в общей сложности указывалось 11 родов и 23 вида этого порядка. В северных районах дальневосточного побережья до сих пор было известно лишь 8 видов.

Тщательно изучались представители порядка *Ceramiales* (*Rhodophyta*), особенно антитамниевые водоросли. Они, как и эктокарповые, характеризуются сложным нитчатым строением. Их важнейшими диагностическими признаками являются тип роста (моноподальный, симподальный и др.) и тип ветвления (супротивное, поочередное, мутовчатое и др.), а также размерные характеристики. Не менее важное значение для систематики этой группы имеет строение генеративных органов, наличие ризоидальных нитей, наличие и местоположение железистых клеток и т.д. В результате нам удалось обнаружить новые для флоры российского Дальнего Востока виды *Antithamnion okiense* Kajimura (рис.2, 1,2), который до сих пор был известен только для глубоководной флоры о. Хонсю, и *Pleonosporium pedicellatum* Lindst., описанный для флоры Северной Америки (рис. 2, 3-5).

К числу новых для флоры российского Дальнего Востока видов относится и представитель красных водорослей порядка *Palmariales* *Neohalosaccionocladus aleutica* Lee et Kurogi, который является полупаразитом *Halosaccion hydrophorum*, а также бурая корковая водоросль *Hapterophycus canaliculatus* S. et G.

Среди разных родов красных водорослей особое внимание было уделено изучению рода *Callophyllis*, поскольку недостаточная изученность индивидуальной, географической и других форм изменчивости входящих в него видов до сих пор вызывает затруднение в их идентификации. Для определения представителей этого рода широко использовались материалы из других районов российского Дальнего Востока. Так, в частности, генеративные органы у *Callophyllis radula* были изучены на материале, собранном в Авачинской губе, а у *C. rhynchocarpa* - по всей северо-пацифической части ареала. Это касается также и представителей других родов и семейств, в частности сем. *Delesseriaceae*, родов *Ahnfeltia*, *Halosaccion* и др. Наблюдения за экологической изменчивостью и надежностью диагностических

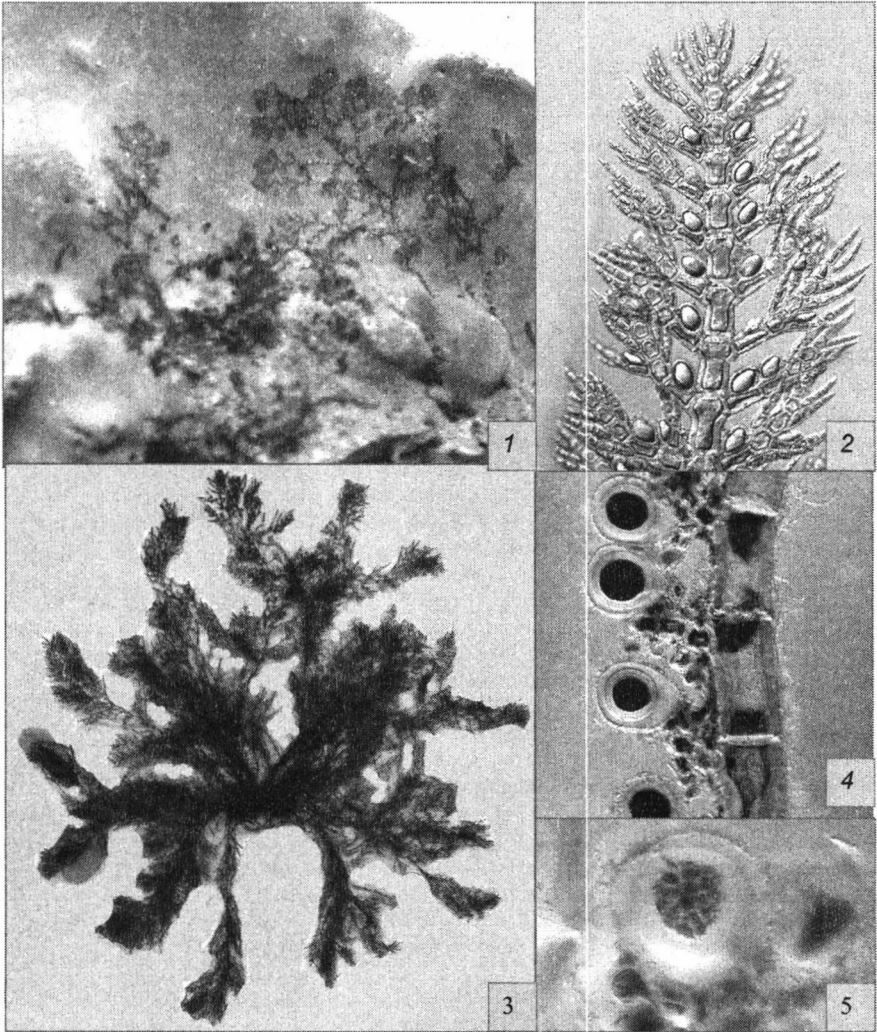


Рис. 2. Внешний вид *Antithamnion okiense*, эпифита *Clathromorphum nereostratum* (1); микроскопическая организация *A. okiense*, ветвь с супротивным ветвлением (2); внешний вид *Pleonosporium pedicellatum* (3); микроскопическая организация *P. pedicellatum*, односторонне расположенные полиспorangии (4) и увеличенный полиспorangий на одно-двуклеточных ножках (5).

признаков у представителей рода *Porphyra* проводились в Авачинской губе и расположенных южнее районах (Емельянова, 2003).

В список включены описания ранее указывавшихся в районе видов ламинариевых водорослей *Phyllariella ochotensis* и *Lessonia laminarioides* и данные об их распределении в местах проведения полевых исследований. Подобная информация в альгологической литературе до сих пор не публиковалась. Интересными являются находки таких новых для охотоморской флоры видов, как *Laminariocolax tomentosum*, *Pylaiella gardneri*, *Coilodesme fucicola*, *Porphyra abbottae*, *Porphyra kurogii*, *Acrochaetium moniliforme*, *Bossiella compressa*, *Callophyllis radula*, *Devaleraea compressa*. Исследования, проведенные у западной Камчатки (участок 3), показывают, что ее флора, судя по составу доминантных видов, является продолжением охотоморской материковой флоры. Особенно заметно это по составу ламинариевых водорослей. Отметим, что в этом районе мы не нашли некоторые указывавшиеся здесь ранее виды этого порядка.

## ГЛАВА 6. АНАЛИЗ ФЛОРЫ ВОДОРосЛЕЙ-МАКРОФИТОВ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Предпринятая автором обработка альгологического материала существенно расширила списки водорослей пяти из выделенных участков побережья (табл. 3).

Таблица 3.

Количественный состав альгофлор разных участков побережья района исследования

Количество видов	Участок побережья						
	1	2	3	4	5	6	7
Литературные данные	165	164	67	99	69	103	132
Находки автора	13	5	55	7	3	-	-
Всего	178	169	122	106	72	103	132

Приведенные в таблице данные показывают, что наши исследования значительно дополнили флоры участков 1, 4 и, особенно, участка 3. Инвентаризация видового состава водорослей разных участков побережья показала, что он весьма разный в количественном и таксономическом отношении. Разница между самой богатой и самой бедной флорами составляет достаточно большую величину – 106 видов. Самыми богатыми, как это и следовало ожидать, являются флоры районов, находящихся на стыке различных водных масс: охотоморской, тихоокеанской, курильской. У южной оконечности Камчатки встречается 178 видов, у северных Курил – 169. У западной Камчатки по мере изменения широты местности количество видов уменьшается, а у материкового берега Охотского моря по мере продвижения с севера на юг – несколько возрастает. Изменения численности видов от участка к участку не равномерны и колеблются от 9 до 47 видов. Особый порядок в этих изменениях не усматривается. Количество родов во флорах разных участков, как это и следовало ожидать, имеет ту же тенденцию изменения, что и количество видов (рис. 3.). Вместе с тем следует отметить, что очень резкое сокращение численности родов и, особенно, видов на участках побережья 4 и 5 (более чем на 50% по сравнению с флорой первого и второго участков) не вызывает столь же сильного

уменьшения числа таксонов надродового уровня – семейств и порядков. Это



Рис. 3. Количество родов и видов водорослей в альгофлорах разных участков побережья

свидетельствует о том, что редукция видового состава флоры под воздействием естественных неблагоприятных факторов происходит таким образом, что даже при значительном сокращении от участка к участку числа видов и родов в их альгофлорах сохраняется еще достаточно высокое разнообразие таксонов надродового уровня. В самой обедненной флоре пятого участка количество видов становится почти равным количеству родов, следовательно редукция видового разнообразия под воздействием температурного фактора направлена на уменьшение видового состава в политипических родах.

Приведенная на рисунке 4 диаграмма показывает изменения по участкам побережья относительной численности отделов *Chlorophyta*, *Phaeophyta* и *Rhodophyta*. В.А. Березовская (2002) в своем исследовании показала, что в условиях антропогенного загрязнения даже при значительном снижении видового состава (на 60%) соотношение численности отделов имеет тенденцию к сохранению. В нашем случае при значительных широтных и меридиональных изменениях эти соотношения также остаются достаточно устойчивыми: на всех участках побережья самыми многочисленными являются багрянки, а самым малочисленным – зеленые водоросли. Следовательно, при всех изменениях численности альгофлор, выпадение из них видов осуществляется достаточно пропорционально.

Наибольшее изменение таксономических пропорций флоры, судя по представленным данным (рис. 4), наблюдается на самом северном участке побережья. Здесь резко уменьшается доля *Chlorophyta* и увеличивается доля *Rhodophyta*. Это говорит о том, что при усложнении ледовой обстановки и

сокращении среднегодового количества тепла зеленые водоросли резко сокращают свое присутствие, вопреки широко распространенному мнению об этой группе как самой эврибионтной.

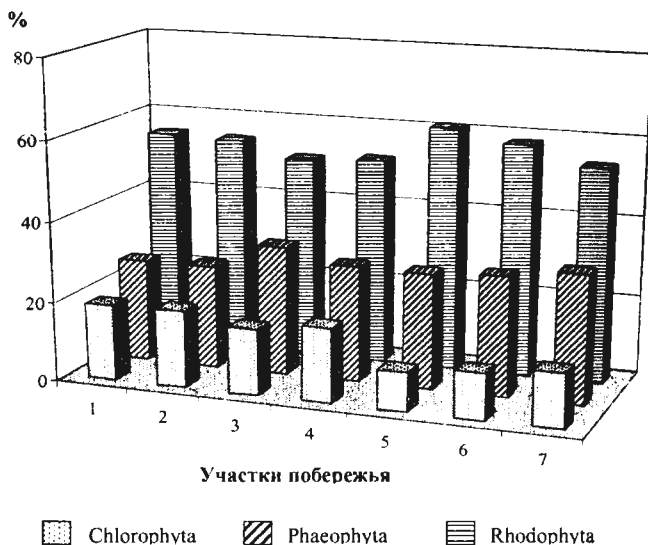


Рис. 4. Относительное содержание в альгофлоре разных участков представителей зеленых, бурых и красных водорослей

О характере таксономических различий альгофлор семи участков можно судить также по изменению численности крупных порядков разных отделов водорослей: *Ulvales* (*Chlorophyta*), *Chordariales* и *Laminariales* (*Phaeophyta*), *Corallinales*, *Gigartinales* и *Ceramiales* (*Rhodophyta*). Сравнительный анализ показывает, что уменьшение общей численности альгофлор направлено в большей степени на сокращение числа видов и, следовательно, на сохранение таксономического разнообразия на надвидовом уровне. В результате, во флорах разных участков сохраняется пестрота родового и семейственного состава. Это разнообразие во многом обеспечивает устойчивость водорослевых сообществ, поскольку виды, отличающиеся разным систематическим положением, обычно значительно различаются морфологией, физиологией, экологией, биологией развития и, как правило, выполняют в фитоценозе определенную функциональную роль.

В своем исследовании мы проанализировали широтные изменения ценотической и географической структуры альгофлор от участка к участку и ценотической роли видов в пределах изучаемого района, поскольку выявление закономерностей пространственных изменений этих признаков способствует более глубокому пониманию особенностей формирования флористических комплексов и ценотической структуры донных фитоценозов.

Для характеристики ценотической роли мы выделили четыре группы видов по частоте встречаемости: массовые, часто встречающиеся, редкие и единичные, и.

исходя из литературных и собственных данных, определили ценотическую роль видов на разных участках побережья. Далее было проведено сравнительное изучение содержания во флорах семи участков побережья видов с разной ценотической ролью. Проведенное исследование показало, что, несмотря на значительные различия абсолютного количества видов, флоры разных участков побережья имеют достаточно сопоставимые пропорции относительного количества четырех выделенных ценотических групп. Колебания относительной численности не превышают 7%.

Еще более показательными соотношения этих групп выглядят при объединении их в две группы: массовые и часто встречающиеся и редкие и единичные. Результаты распределения видов по двум группам видов в альгофлорах 7 участков побережья приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Относительное количество видов с разной ценотической ролью в альгофлорах семи участков побережья района исследования, (%)

Ценотическая группа	Участок побережья						
	1	2	3	4	5	6	7
Массовые и частые	53,4	53,3	53,3	54,7	55,5	58,1	55,3
Редкие и единичные	46,6	46,7	46,7	45,3	44,5	41,9	44,7

Сравнение данных, приведенных в таблице, показывает, что колебания значений относительного количества видов в этих группах максимально составляют всего 4,8%. Это свидетельствует о том, что альгофлоры всех участков имеют определенные, очень устойчивые пропорции видов с разной ценотической ролью, несмотря на существенную разницу их количественного состава. Можно предполагать, что для морских бентосных флор, по крайней мере в умеренных широтах, стабильность этого соотношения является важным принципом их сложения, благодаря которому обеспечивается устойчивость флор к изменению условий обитания.

Далее мы проанализировали географическую структуру каждой ценотической группы, чтобы определить, виды какой географической принадлежности играют главную роль в формировании макрофитобентоса, а какие, являясь редкими и единичными, составляют резерв его устойчивости. Все виды общего списка водорослей были отнесены к тому или иному типу ареала, и был определен фитогеографический и зонально-географический состав разных групп видов. В соответствии с различиями меридионального распространения виды разделены на азиатские (АЗ), азиатско-американские (АА), арктическо-бореальные (АБ), тихоокеанско-атлантические (ТА), биполярные (БП) и широко распространенные в Мировом океане (ШР). При характеристике широтного распространения виды, как это принято в альгологической литературе (А. Зинова, 1962; Возжинская, 1964; Перестенко, 1980, 1994 и др.; Гусарова, Семкин, 1986; Ключкова, 1996, и др.), разделены на высокобореальные (вб), широкобореальные (шб), низкобореальные (нб), бореально-субтропические (бс), низкобореально-субтропические (нбс), арктическо-бореальные (аб), бореально-нотальные (б-н), арктическо-бореально-нотальные (аб-н), бореально-тропическо-нотальные (бт-н), мультизональные (мз).



Анализу подвергались разные по частоте и характеру встречаемости группы видов водорослей. Отдельные группы составляли: единичные виды, встречающиеся во флоре только одного из 7 участков побережья; единичные виды, встречающиеся на нескольких участках; редкие виды, не изменяющие или уменьшающие свою численность до единичных; массовые и часто встречающиеся виды, не изменяющие ценотическую роль в пределах района исследования.

Проведенные в этом направлении исследования показали, что виды с разным меридиональным и широтно-зональным распространением формируют хорошо выраженные градиентные потоки, увеличивающиеся или уменьшающиеся по количеству видов в широтном и, в меньшей степени, в меридиональном направлениях. Характер изменения абсолютной численности видового состава у разных географических групп имеет свои особенности. Интересно отметить, что каждая проанализированная группа видов, имеющая определенную частоту встречаемости, характеризуется довольно пестрым набором типов ареалов. У редких и единичных видов он, как и следовало ожидать, самый разнообразный. Это свидетельствует о том, что широтные изменения флор происходят таким образом, что при всех сложных изменениях их количественного состава и ценотической роли видов у них сохраняется разнообразие зонально-географических и фитогеографических элементов.

Наши исследования показывают, что при всех наблюдаемых изменениях численности альгофлор и изменениях ценотической роли видов относительное содержание в них видов с разным меридиональным распространением остается достаточно устойчивым (рис. 5).

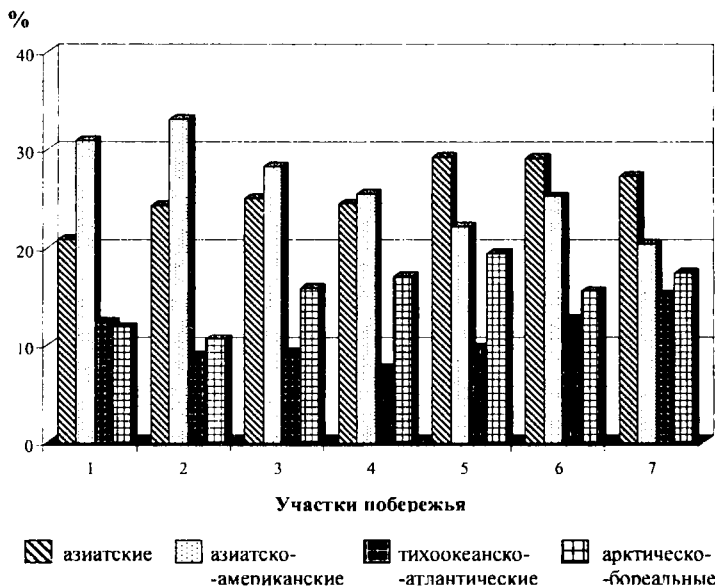


Рис. 5. Относительное содержание во флоре разных участков побережья видов с разным меридиональным распространением

Еще более устойчивыми в альгофлорах разных участков побережья являются пропорции зонально-географических элементов флоры (рис.6). В этом случае соотношение численности всех зонально-географических групп становится практически одинаковым, колебания составляют не более 8%.

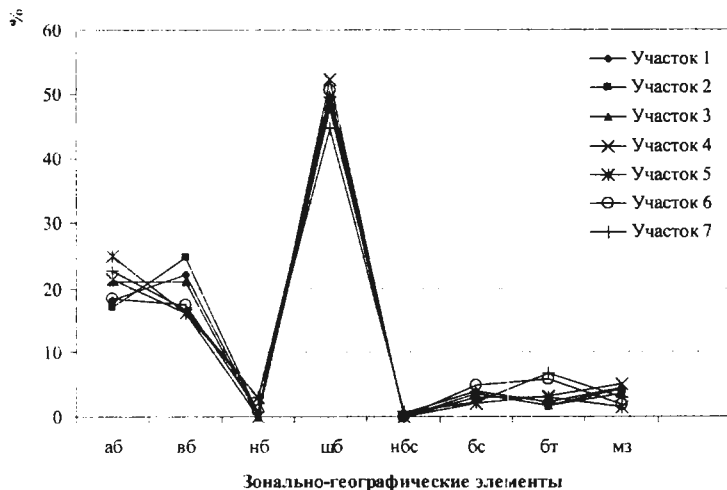


Рис. 6. Процентное содержание зонально-географических элементов (по количеству видов) в альгофлорах разных участков побережья.

Таким образом, проведенный нами анализ распространения видов с разными ценотическими и фитогеографическими характеристиками, показал, что в районе со сложной гидрологической обстановкой при резкой смене температурных и других условий обитания изменения численности видов от участка к участку сопровождаются резкими изменениями состава видов, состава доминантов, субдоминантов, редких и единичных видов. Из общего списка альгофлоры района исследования, только 24 являются массовыми для всех участков побережья. Остальные имеют прерывистое распространение и изменяют частоту встречаемости.

Вместе с тем, в результате всех флористических и ценотических изменений структура флористических комплексов остается достаточно стабильной по пропорциям видов, характеризующихся разной частотой встречаемости, разным меридиональным и широтно-зональным распространением. Это, в свою очередь, свидетельствует о том, что морские бентосные флоры представляют собой не случайный набор видов, а сложный единый комплекс элементов макрофитобентоса, обеспечивающий его продукционную роль и имеющий строго определенные характеристики биоразнообразия. Наши исследования показывают, что свойственные природным альгофлорам пространственные изменения численного состава и ценотической роли видов подчиняются определенной закономерности.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. В районе исследования наблюдается хорошо выраженный широтный и меридиональный градиент изменения условий обитания. На фоне изменений температурного режима, ледовой обстановки, высоты приливов происходят значительные перестройки состава и структуры макрофитобентоса. Численность альгофлор разных участков побережья изменяется от 178 до 72 видов.

2. В результате исследования было обнаружено 15 видов, новых для всего района исследования, из них 4 вида оказались новыми для российского Дальнего Востока (*Hapterophycus canaliculatus*, *Neohalosaccionocolax aleutica*, *Pleonosporium pedicellatum* и *Antithamnion okiense*), 2 вида – новыми для всего азиатского побережья (*N. aleutica*, *P. pedicellatum*). 19 видов – новыми для северной части Охотского моря. Кроме того, было уточнено распространение в районе исследования 69 видов. С учетом наших флористических находок общий список альгофлоры включает 262 валидных вида.

3. Составлены списки флор семи участков побережья, определена ценоотическая роль видов в каждом из них.

4. Анализ пространственных изменений состава и таксономической структуры альгофлор показал, что в районе исследования они направлены, главным образом, на сокращение численного состава видов. Это приводит к сохранению таксономического разнообразия альгофлор на уровне надвидовых категорий. При всех наблюдаемых изменениях абсолютной численности флор участков относительное содержание в них зеленых, бурых и красных водорослей остается более или менее постоянным и заметно меняется только на самом севере Охотского моря, в условиях обитания, близких к субарктическим. При этом редукция количественного состава наиболее выражена в отделе *Chlorophyta*.

5. Изучение пространственных изменений ценоотической роли видов показало, что из 262 видов, встречающихся в районе исследования, только 24 являются массовыми и встречаются повсеместно, остальные имеют более ограниченное распределение или же резко изменяют частоту встречаемости.

6. Изменения соотношений между массовыми и часто встречающимися видами с одной стороны, и единичными и редкими с другой от участка к участку очень незначительны и составляют всего 4,8%. Это свидетельствует о том, что, несмотря на пространственные изменения таксономического состава и частоты встречаемости видов, альгофлоры разных участков побережья имеют определенные, очень устойчивые пропорции видов с разной ценоотической ролью. Их сбалансированная численность обеспечивает им устойчивость и функциональность в разных условиях среды.

7. При всех изменениях численности альгофлор и ценоотической роли видов относительное содержание в них зонально-географических и меридиональных элементов остается достаточно устойчивым.

8. Бентосные флоры высокобореальных широт представляют собой не случайный набор видов, а сложный единый комплекс элементов макрофитобентоса со строго определенными, достаточно устойчивыми характеристиками биоразнообразия. Пространственные изменения таксономического и фитогеографического состава, а также ценоотической роли видов происходят по определенной закономерности, что обеспечивает сохранение структуры биоразнообразия флористических комплексов.

## ПУБЛИКАЦИИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. Емельянова А.А. Экология и распространение некоторых видов рода *Porphyra* (*Rhodophyta*) // Матер. XI Съезда Русск. ботанического общ-ва (Новосибирск-Барнаул, 18-22 августа 2003 г.). Барнаул: Азбука, 2003. Т.1. С.98-100.
2. Емельянова А.А. Видовой состав водорослей-макрофитов Охотского моря. II. Бурые водоросли // Ботанические исследования на Камчатке: Матер. I и II сессий Камч. отд. Русского ботанического общ-ва. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГПУ, 2004а. С. 16-39.
3. Емельянова А.А. Видовой состав и распределение на литорали о. Птичьего (Западная Камчатка) морских водорослей-макрофитов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22-24 ноября 2004 г.). Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2004б. С. 44-46.
4. Емельянова А.А. Распространение эктокарповых водорослей (*Ectocarpales*, *Phaeophyta*) в северных районах Охотского моря // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения: Матер. региональн. научно-практической конф. (Петропавловск-Камчатский, 23-25 ноября 2004 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004в. С. 25-27.
5. Березовская В.А., Емельянова А.А., Писарева Н.А. Бурые и красные водоросли прибрежных вод Камчатки в условиях загрязнения среды // Матер. Межд. научно-практической конф. (Петропавловск-Камчатский, 15-16 октября 2002 г.) «Рыбохозяйственное образование Камчатки в XXI веке». Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2002. С. 118-123.
6. Березовская В.А., Емельянова А.А., Писарева Н.А. Таксономический состав альгофлор камчатского побережья // Вестник КамчатГТУ. Вып. 3. 2004а. С. 12-20.
7. Березовская В.А., Емельянова А.А., Писарева Н.А. Таксономический состав флор различных участков побережья Камчатки // Матер. конф. проф.-преп. сост. КамчатГТУ, 2004б. С. 16-18.

Подписано в печать 10.02.2006 г. Формат 60X84/16.

Усл. печ. л.1. Тир. 100 экз. Заказ 7.

Отпечатано с оригинала заказчика в типографии ЧП Ермаков,  
г. Владивосток, ул. Акд. Кузнецова, 82.